

Nb インライン接合でのゼロ・クロッシング・シャapiro・ステップ生成

Zero-Crossing Shapiro Steps in a Niobium In-Line Josephson Junction

電通大院 情報理工 ○水柿 義直, 高橋 春菜, 島田 宏

The Univ. of Electro-Comm. (UEC Tokyo) ○Y. Mizugaki, H. Takahashi, and H. Shimada

E-mail: mizugaki@ee.uec.ac.jp

はじめに 零バイアス電流下において発生するシャapiro・ステップ (Zero-Crossing Shapiro Step: 以下 ZCSS) は, 現在の直流電圧標準に利用されている。我々は, 非対称 SQUID を用いて ZCSS 生成を制御する方法を考案し[1], その応用として 27 段階 (平衡三進法 3 ビット) のアナログ電圧を出力する DA 変換器を試作してきた [2]。今回, インライン接合[3]での正負非対称な臨界電流-印加磁場特性を利用した ZCSS 生成の制御について報告する。

実験方法 Nb インライン接合を上面から見た模式図と数値計算に用いた等価回路を Fig. 1 に示す。Nb 接合は AIST-STP2 により作製された。接合下には超伝導グランドプレーンが設けられている。接合寸法は $2 \times 16 \mu\text{m}^2$ とし, 0.68Ω のシャント抵抗を 2 個並列接続した。コントロール線 CTL に流す制御電流によって接合に磁場を印加する。グランドプレーンの完全反磁性のために, 臨界電流の印加磁場依存性が正負非対称になる。この非対称性を利用して ZCSS を生成する。

結果 臨界電流の制御電流依存性を Fig. 2 に示す。正負非対称な特性が得られている。

1.1 mA の制御電流を流した状態で 15.2 GHz のマイクロ波を照射した時の電流-電圧特性を Fig. 3 に示す。正電圧側の 1 次ステップが ZCSS になっていることが確認できる。

謝辞 本研究にご助力を頂いた電気通信大学の関係各位に感謝申し上げます。本研究の一部は, 東京大学 VDEC を通して日本ケイデンス株式会社の協力で行われた。本研究に使用された回路は, (独) 産業技術総合研究所 (AIST) の超伝導クリーンルーム (CRAVITY) において, AIST-STP2 プロセスを用いて作製された。

参考文献 [1] Y. Mizugaki, et al, J. Appl. Phys. **100** (2006) 064503. [2] M. Moriya, et al., IEICE Trans. Electron. **E96-C** (2013) 334. [3] S. Basavaiah, et al, IEEE Trans. Magn. **MAG-11** (1975) 759.

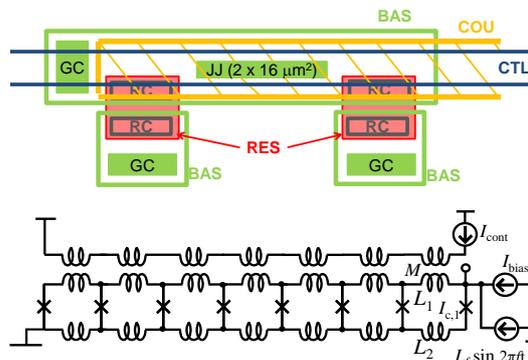


Fig. 1: Schematic layout and equivalent circuit of a niobium in-line Josephson junction. A ground plane lies beneath the junction.

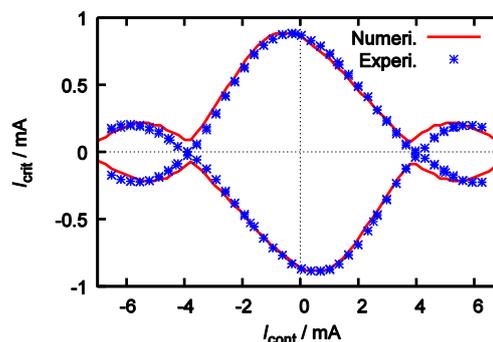


Fig. 2: Dependence of the critical current (I_{crit}) on the control current (I_{cont}). Both experimental and numerical results are plotted.

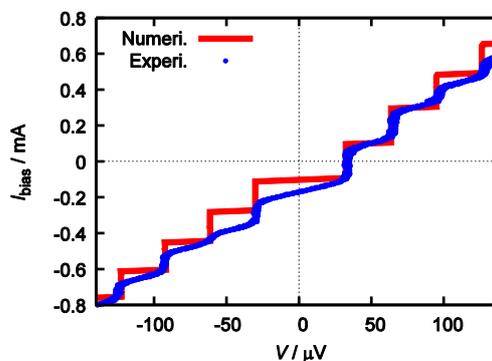


Fig. 3: Current-voltage characteristics of a niobium in-line Josephson junction. The irradiated microwave frequency and the control current are 15.2 GHz and 1.1 mA, respectively.